CENTRE
DE RECHERCHE
SUR LES TRANSPORTS
(CRT)
CENTRE
FOR RESEARCH
ON TRANSPORTATION

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE

C.P. 6128, SUCCURSALE A
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA
H3C 3J7

TÉLÉPHONE : (514) 343-7575
TÉLEX : 05-24146 BIBPOLYTEC
TÉLÉCOPIEUR (FAX) : (514) 343-7121

CRT-660

SIMULATION, FORMATION ET EXPÉRIMENTATION EN PLANIFICATION/GESTION DU TRANSPORT ROUTIER DE MARCHANDISES

par

Christian Lardinois*
Teodor G. Crainic**
Michel Gendreau*

* Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, Succursale "A", Montréal, Québec, Canada H3C 3J7.

** Département de Sciences administratives, Université du Québec à Montréal, C.P. 6192, Succursale "A", Montréal, Québec, Canada H3C 4R2, et Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, Succursale "A", Montréal, Québec, Canada H3C 3J7.

Cette étude a été rendue possible grâce à des subventions du Fonds F.C.A.R., du Ministère des Transports du Québec et du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada.

Centre de recherche sur les transports - Publication #660
Octobre 1989

90-01428/

Dépôt légal - 4e trimestre 1989

RÉSUMÉ

Nous présentons le travail en cours concernant le développement de SIMTRUCK, un simulateur d'entreprises de transport routier de marchandises conçu sur micro-ordinateur, sous la forme d'un jeu de planification/gestion, pour la formation et l'expérimentation dans le domaine concerné. La présentation est divisée en deux parties. Dans la première, nous décrivons le fonctionnement général et les principales composantes du simulateur pour le traitement de différentes "situations de jeu" avec différents niveaux de complexité. La seconde partie est consacrée à la présentation plus détaillée d'une "situation" où l'utilisateur de SIMTRUCK est confronté à des problèmes d'analyse et de prise de décision au niveau de la planification tactique dans une entreprise de camionnage (design du réseau de services et "routing" des marchandises).

Mots-clés : Jeu de simulation; transport routier; marchandises; planification/gestion; formation; expérimentation.

- - - - - - -

ABSTRACT

We present the work underway for the development of SIMTRUCK, a micro-computer simulation game for experimentation and training in the field of road freight transportation planning and management. The presentation is divided into two parts. First, we describe the general operation of the simulator, its main components, and the different "game situations"" which can be considered with different levels of complexity. The second part deals with a more detailed presentation of the situation of a user facing analysis and decision-making problems at the tactical planning level within a trucking company (service network design and freight routing).

Keywords : Simulation gaming; road transportation; freight; planning; management; training; experimentation.

1. INTRODUCTION

Comme dans d'autres secteurs industriels, la tâche des planificateurs, gestionnaires et autres responsables du transport routier de marchandises se caractérise par (i) la complexité et la diversité des décisions à prendre à différents niveaux dans l'entreprise, avec différents horizons de planification/gestion, (ii) les fortes interactions entre ces niveaux, ces décisions et leurs effets, et (iii) la nécessité de tenir compte d'un environnement technologique, économique et réglementaire à la fois complexe et changeant. Les responsables gouvernementaux sont également confrontés à de semblables difficultés d'analyse lorsqu'ils ont à élaborer des politiques de transport, par exemple en matière de (dé)réglementation.

En outre, le domaine du transport routier de marchandises en est un qui se prête difficilement à l'expérimentation. En fait, toute modification des règles de jeu dans l'industrie ou tout changement dans les politiques, stratégies et opérations des transporteurs, ont des impacts tels qu'il s'avère très difficile, voire impossible de les évaluer sans les implanter réellement. Il en est de même pour l'évaluation de nouvelles méthodes ou techniques de planification/gestion dans ce domaine.

Ces deux constatations, auxquelles correspondent deux questions fondamentales, sont ainsi à l'origine de nos travaux : (1) Comment former des individus au travail complexe et multidisciplinaire de planification/gestion dans des entreprises de transport routier de marchandises ? (2) Comment évaluer des scénarios, politiques, stratégies ou techniques en ce domaine sans les expérimenter en pratique, "in situ" ?

Aux deux constatations ci-dessus, il faut en ajouter une troisième, à savoir qu'au niveau des entreprises de camionnage on constate une certaine "résistance" au changement technologique qui se traduit notamment par la difficulté à y faire pénétrer de nouvelles méthodes et techniques de

travail. Le problème de l'expérimentation en question ci-dessus, le manque de dialogue et de collaboration entre l'industrie et les chercheurs, l'obligation pour chaque entreprise de résoudre ses nombreux problèmes à court terme, le manque de ressources, etc. sont autant d'explications à cette constatation, mais il reste que ce phénomène handicappe la productivité et la compétitivité de l'industrie du transport routier de marchandises. D'où une troisième question cruciale : (3) Comment amener l'industrie du camionnage à prendre connaissance et à utiliser de nouvelles méthodes d'analyse et de prise de décision ?

Dans le but de fournir une réponse à ces trois questions, nous avons entrepris la conception et le développement d'un **système informatisé** destiné à être utilisé dans le domaine du camionnage en lots brisés, ou charges partielles, (LTL) : **(1) comme instrument d'aide à la formation de planificateurs, gestionnaires et autres professionnels, (2) comme outil d'expérimentation pour la recherche, l'analyse et la formation de chercheurs, (3) comme support au transfert technologique, c'est-à-dire comme un moyen pour amener l'industrie à découvrir et à se familiariser avec de nouvelles méthodes de planification/gestion.**

Notre démarche méthodologique est basée sur l'utilisation des techniques de la modélisation mathématique, de la recherche opérationnelle et de la micro-informatique dans le cadre de l'approche que la littérature anglo-saxonne désigne par **"gaming-simulation"**. Cette approche s'est surtout développée à la fin des années '40 quand l'émergence de la recherche opérationnelle et de l'informatique a suscité le développement de **jeux de simulation** conçus comme des modèles mathématiques informatisés et appliqués à différents contextes, notamment celui de la gestion d'affaires (voir le numéro spécial de la revue "Simulation and Games" : (Simulation 87)), mais aussi dans bien d'autres domaines. Dans le domaine du transport, quelques jeux de simulation ont également été développés,

d'une part en transport urbain (voir par exemple (Willumsen 85)) et d'autre part en transport interurbain de passagers (voir par exemple (Elias 79) et (Lardinois 88)). Quant au transport de marchandises, mis à part certains jeux portant sur la dimension logistique ou la localisation de dépôts, nous ne connaissons que le CONRAIL Deregulation Game (Duke 80) qui porte sur l'impact des tarifs en transport ferroviaire, et JUTRE (Ortuzar 78) qui modélise de façon très simplifiée le système de transport de personnes et de marchandises dans un pays en développement. Pour une revue des concepts théoriques et des techniques de l'approche "gaming-simulation", voir, entre autres, (Greenblatt 87). Pour un résumé général et d'autres références dans ce domaine, voir la section 3.2 de (Lardinois 88).

Compte tenu des objectifs définis précédemment en termes de formation et d'expérimentation, l'approche "gaming-simulation" appliquée à notre projet nous a conduit à concevoir l'outil envisagé sous la forme d'un système informatisé de jeux de simulation, d'analyse et de prise de décisions dans un environnement artificiel reproduisant la réalité et la complexité de diverses situations que peuvent rencontrer en pratique de véritables planificateurs, gestionnaires et autres professionnels dans des entreprises de camionnage en lots brisés.

De plus, compte tenu de l'objectif également défini plus haut de transfert technologique, **ce simulateur d'entreprises de transport routier de marchandises - que nous appelons SIMTRUCK** - a été conçu de façon à intégrer un système d'aide à la décision et à l'évaluation (incluant des procédures d'optimisation) pour permettre à un utilisateur non familier avec ce genre d'outils d'en prendre connaissance et de les expérimenter dans un environnement semblable à la réalité. Cette caractéristique du simulateur constitue à notre avis un moyen très original pour favoriser le transfert des concepts et outils en question vers l'industrie.

Soulignons aussi que pour faciliter son utilisation dans différents contextes (universités, entreprises de camionnage, organismes de formation, agences gouvernementales, ...), le développement de SIMTRUCK a été entrepris sur un micro-ordinateur (IBM PC AT) et avec l'objectif d'y intégrer une interface usager-logiciel conviviale et autant que possible interactive et graphique.

Enfin, il convient de souligner que nous nous étions fixés aussi comme objectif le développement d'un système suffisamment souple pour permettre le traitement de différentes situations avec différents niveaux de complexité.

La suite de cet article est séparée en deux parties : dans le chapitre 2, nous décrivons le fonctionnement général et les principales composantes du simulateur, alors que le chapitre 3 est consacré à la présentation plus détaillée d'une "situation" où l'utilisateur de SIMTRUCK est confronté à des problèmes d'analyse et de prise de décision au niveau de la planification tactique (design du réseau de services et "routing" des marchandises).

Pour une description plus détaillée des travaux réalisés jusqu'à présent, nous renvoyons le lecteur à (Lardinois 89).

2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SIMULATEUR

2.1 Domaines et situations de jeu

Nous avons considéré jusqu'à présent trois **Domaines d'étude**, ou plus exactement trois ensembles de problèmes d'analyse et de prise de décisions. D'autres Domaines pourront être intégrés au simulateur dans le futur.

Le premier Domaine (D1) est celui de **la planification tactique**, à moyen terme, du réseau de transport assuré par une compagnie de camionnage.

Il implique essentiellement le design du réseau des services offerts sur un ensemble donné de marchés (paires de villes) et le routing des marchandises dans ce réseau; il implique également des choix au niveau des terminus (nombre, localisation et taille). Dans le cadre de ce domaine d'étude, les volumes de marchandises à transporter sur les différents marchés (demandes origine-destination) ainsi que les normes de service sur ces marchés (délais de livraison garantis aux clients) sont donnés, et on suppose qu'il n'y a pas de restriction sur le nombre de véhicules disponibles.

Le second Domaine (D2), que nous appelons celui de **la planification stratégique et tactique,** correspond à un élargissement du Domaine D1, c'est- à-dire à une augmentation du nombre de degrés de liberté et de problèmes à résoudre. En particulier, on y ajoute les problèmes de nature économique et commerciale liés à la concurrence exercée par d'autres compagnies de camionnage : choix des marchés, des normes de service et des tarifs. On y inclut aussi les autres grands problèmes de planification représentatifs des niveaux de décision "supérieurs" dans une entreprise de transport : planification de la flotte de véhicules (achats/locations), politiques de marketing, gestion budgétaire, emprunts/remboursements bancaires, etc. Il s'agit donc avec le Domaine D2 d'être aussi complet que possible du point de vue de l'organisation "générale" (stratégique et tactique) des politiques d'offre et des principales activités des compagnies de camionnage dans un environnement compétitif véritablement représentatif des diverses dimensions de la réalité. Les pressions et contraintes économiques et réglementaires sont notamment prises en compte.

Le troisième Domaine (D3), très différent des deux autres, se situe au niveau plus opérationnel de la gestion quotidienne dans une entreprise de camionnage. C'est celui du **"dispatching" local (messagerie)** qui a trait à l'organisation des opérations de cueillette et de livraison des marchandises en milieu urbain et suburbain à partir d'un terminus.

Nous définissons par ailleurs trois **Situations de jeu.** La Situation la plus simple (S1) correspond au cas d'une seule compagnie, avec un seul participant-joueur en situation d'**apprentissage**. La deuxième Situation (S2) met en jeu plusieurs participants en charge de la même compagnie et qui jouent **en parallèle** de façon à comparer leurs performances. La Situation la plus complexe (S3) correspond au cas de plusieurs participants en charge de différentes compagnies **en concurrence** les unes avec les autres.

Bien qu'en théorie on puisse définir neuf combinaisons D-S distinctes, nos travaux n'ont porté jusqu'à présent que sur quatre d'entre elles :

D1-S1 Le simulateur ne fait intervenir qu'une seule compagnie, avec un seul participant en charge du travail de planification tactique dans la compagnie considérée.

D1-S2 Cette situation est équivalente à D1-S1, mais avec plusieurs participants en charge de la même compagnie et qui jouent en parallèle de façon à comparer leurs performances en termes de planification tactique.

D2-S3 Le simulateur met en présence plusieurs participants en charge de la planification stratégique et tactique dans différentes compagnies en concurrence les unes avec les autres.

D3-S1 Le simulateur ne fait intervenir qu'une seule compagnie, avec un seul participant en charge du dispatching dans un terminus de la compagnie considérée.

2.2 Principe général de fonctionnement du simulateur

Compte tenu de la définition des combinaisons D-S, SIMTRUCK a été conçu pour mettre en présence une ou plusieurs compagnies, et donc un ou

plusieurs participants, chacun jouant le rôle d'un planificateur, gestionnaire ou autre professionnel confronté à une gamme relativement limitée, ou au contraire très diversifiée, de problèmes d'analyse et de prise de décisions dans "sa" compagnie, cela dans un environnement plus ou moins complexe.

Dans le cas des trois combinaisons D-S impliquant des décisions au niveau stratégique ou tactique, chaque simulation est constituée d'une succession de "périodes de simulation" entre lesquelles le ou les participants sont invités à prendre leurs décisions, par exemple tous les ans ou tous les six mois. Chaque "période de simulation" correspond donc à une période fixe d'activités de la ou des compagnies présentes, et le temps s'arrête à la fin de chaque période de façon à ce que le ou les participants préparent leurs décisions pour l'année ou les six mois qui suivent. Bien sûr, chaque période ne dure en pratique que quelques secondes ou dizaines de secondes.

Dans le cas du dispatching, chaque simulation est également constituée d'une succession de "périodes de simulation", mais cette suite de périodes est (en principe) ininterrompue et la durée de chaque période est en fait inconnue à l'avance : c'est la durée qui sépare deux événements consécutifs dans le temps, par exemple l'arrivée d'une nouvelle requête à satisfaire (cueillette/ livraison) et la décision d'envoyer un véhicule sur le lieu de cette requête. On travaille en temps réel simulé, les décisions étant prises au fur et à mesure que surviennent différents événements, certains étant aléatoires.

Quelle que soit la combinaison D-S considérée, les décisions sont prises via un **programme interactif d'entrée-sortie** qui permet à l'usager d'une part de consulter à l'écran du micro-ordinateur la banque de données sur l'état du système et sur sa compagnie, et d'autre part d'entrer effectivement ses décisions. Ce programme permet également la production de

rapports imprimés décrivant "ce qui s'est passé" durant la ou les périodes précédentes. A la fin de chaque période, un autre personnage peut également intervenir : c'est le maître de jeu qui orchestre le déroulement de la simulation et qui, à ce titre, peut prendre des décisions relativement à l'évolution du contexte considéré (par exemple, selon la combinaison D-S choisie : augmenter les niveaux de demande sur les marchés considérés, augmenter la fréquence des requêtes pour les cueillettes et livraisons de marchandises, etc.).

Quand le ou les participants et le maître de jeu ont entré leurs décisions, le **programme de simulation** proprement dit est alors mis en oeuvre pour simuler leurs effets sur les demandes de transport concernées et sur la ou les compagnies en jeu, leurs opérations et leurs performances, ceci incluant la simulation des phénomènes de concurrence si plusieurs compagnies sont présentes.

Après chaque exécution du programme de simulation, chaque participant se retrouve dans une nouvelle situation qui correspond à l'état du système une période plus tard (1 an, 6 mois, ..., 1 heure, 10 minutes, ...), et le processus se répète. Une simulation globale couvre ainsi une succession de périodes d'activités simulées en fonction des décisions prises par le ou les participants, par le maître de jeu, ainsi qu'en fonction des interactions entre toutes ces décisions. Chaque participant subit ainsi un apprentissage progressif où il peut tester différentes stratégies, analyser leurs conséquences, développer ses connaissances des mécanismes d'offre et de demande en jeu, etc.

La description ci-dessus correspond essentiellement à la fonction **formation** de SIMTRUCK. Dans le cas d'un exercice d'**expérimentation** pour une analyse ou une recherche particulière (e.g. analyse d'une stratégie donnée, étude d'un mode de réglementation, expérimentation d'un modèle

mathématique, ...), SIMTRUCK constituera l'environnement artificiel et contrôlé permettant de tester l'objet d'étude envisagé. Quant à la troisième fonction du simulateur, i.e. celle qui a trait au **transfert technologique**, nous précisons dans la section suivante comment elle peut être assurée.

2.3 Le système d'aide à la décision et à l'évaluation

Dans le cadre du procœssus décrit plus haut, et quelle que soit la combinaison D-S considérée, le maître de jeu pourra permettre à chaque participant d'avoir recours à un **système d'aide à la décision et d'aide à l'évaluation,** soit pour l'assister dans ses prises de décisions (certaines étant alors suggérées au participant ou totalement prises à sa place), soit pour lui permettre d'évaluer ses décisions et leurs performances. Les procédures d'optimisation incluses dans ce système d'aide à la décision et à l'évaluation correspondent aux nouvelles méthodes de planification/ gestion avec lesquelles un utilisateur de SIMTRUCK pourra se familiariser conformément à l'objectif de transfert technologique dont nous avons parlé.

Dans le cas des simulations impliquant des décisions au niveau de la planification stratégique ou tactique (combinaisons D1-S1, D1-S2 et D2-S3), c'est le logiciel NETPLAN (Crainic 88) qui a été adapté et intégré au simulateur pour remplir le rôle d'aide à la décision. Ce rôle est précisé dans le chapitre suivant.

Dans le cas des simulations relatives au dispatching (combinaison D3-S1), c'est un module de répartition assistée par ordinateur (module RAO) basé sur une méthode développée par Rousseau et Roy (Rousseau 88) qui remplira le rôle d'aide à la décision. Un participant pourra avoir recours à ce module RAO pour solliciter différentes suggestions quant à l'affectation des véhicules aux demandes (requêtes pour les cueillettes et livraisons).

Tel qu'indiqué ci-dessus, SIMTRUCK est également conçu de façon à intégrer des outils d'aide à l'évaluation, c'est-à-dire des procédures auxquels le ou les participants peuvent avoir recours pour évaluer "a posteriori" leurs décisions. En fait, ce seront notamment les modules NETPLAN et RAO qui seront également utilisés à ce niveau pour déterminer des "décisions optimales ou sous-optimales" dont les performances serviront de référence pour l'évaluation des décisions du ou des participants. Ce double rôle des modules NETPLAN et RAO (prises ou suggestions de décisions d'une part, et évaluation de décisions d'autre part) explique pourquoi nous parlons d'un seul et même système d'aide à la décision **et** à l'évaluation, mais il faut comprendre que ces deux rôles, ces deux fonctions, sont totalement distincts.

2.4 Niveaux de complexité

La distinction entre les deux fonctions des modules NETPLAN et RAO se manifeste en fait au niveau de l'accessibilité des participants à ces fonctions. Cette accessibilité est toujours permise pour fins d'évaluation "a posteriori" des décisions. Par contre, l'accessibilité "a priori" à ces modules en tant qu'aides pour la prise de nouvelles décisions n'est pas systématique : c'est le maître de jeu qui en décide.

La conséquence de ce qui précède se traduit en termes de **Niveaux de complexité**. Etant donné en effet que c'est le maître de jeu qui décide de l'accessibilité du ou des participants en jeu au système d'aide à la décision, il est clair que ce ou ces participants seront confrontés à deux niveaux de complexité très différents selon qu'ils ont ou non accès à ce système.

La "taille" des problèmes et le contexte auxquels le ou les participants sont confrontés constituent une deuxième façon, pour le maître de jeu, de définir différents niveaux de complexité. Ainsi, dans le cas de la

planification tactique, différents choix sont possibles concernant, par exemple, le nombre des marchés, les niveaux de demande (volumes de marchandises) et les normes de service (délais de livraison à respecter) sur ces marchés, les terminus existants au départ de la simulation (nombre, localisation et taille), etc. A ces différents choix correspondent différents niveaux de complexité du point de vue de la taille et des configurations possibles du réseau des services.

Finalement, il y a une troisième façon, pour le maître de jeu, de rendre la tâche d'un participant plus ou moins complexe. C'est au niveau de l'histoire antérieure de la compagnie confiée à ce participant. Les cas les plus simples sont ceux où le participant se voit confié une compagnie qui a effectivement une histoire, c'est-à-dire qui a déjà été en opération dans le contexte considéré. Dans ces cas, le participant dispose d'informations plus ou moins détaillées sur les activités passées de sa compagnie (et en partie sur les autres compagnies dans le cas d'une situation de concurrence), et son rôle est d'en améliorer les performances au cours des périodes de simulation à venir. Les cas les plus complexes sont ceux où le participant part de zéro : sa compagnie vient d'être formée et elle n'a donc jamais opéré dans le contexte considéré. Tout ce qui est confié au participant, c'est un ensemble de ressources (des véhicules, des terminus, ...) qu'il doit utiliser sans pouvoir s'inspirer d'une "histoire antérieure". Certains cas intermédiaires entre les plus simples et les plus complexes peuvent également être définis.

3. LE CAS DE LA PLANIFICATION TACTIQUE

Ce chapitre décrit les divers éléments du simulateur relatifs aux combinaisons D1-S1 et D1-S2 définies précédemment qui situent le rôle du ou des participants au niveau de la planification tactique.

3.1 Données de base, variables de décision et variables de simulation

Les **Données de base**, c'est-à-dire les éléments qui définissent de façon exogène la situation de jeu considérée, sont :

- la matrice des distances entre les villes considérées;
- les marchés à desservir, chacun étant défini par
  - une paire de villes,
  - un niveau de demande (volume hebdomadaire de marchandises),
  - une norme de service (temps de livraison garanti pour, par exemple, 90% de la marchandises ou des livraisons);
- les données technico-économiques définissant différentes tailles de terminus possibles (taux de classification et de déchargement, coûts unitaires de manutention, etc.); on inclut aussi des données sur les coûts de location de ces différentes tailles de terminus (pour simplifier, on suppose que tous les terminus sont loués);
- les caractéristiques technico-économiques des véhicules (capacité, vitesse, coût d'opération, ...) qui sont tous identiques et supposés en nombre suffisant pour assurer les services offerts.

Les **Variables de Décision**, c'est-à-dire celles sur lesquelles portent les choix du ou des participants, déterminent :

- le nombre, la localisation et la taille des terminus;
- le réseau des services de transport, chaque service étant défini par
  - son origine et sa destination,
  - sa fréquence hedbomadaire;
- le routing des marchandises qui, pour chaque marché, est défini par
  - le ou les itinéraires empruntés par les marchandises (un itinéraire correspond à un service ou à une succession de services),
  - le volume de marchandises sur chaque itinéraire.

Les valeurs des Variables de Décision relatives aux terminus et aux services sont toujours fixées par le ou les participants en jeu. Les valeurs de celles relatives au routing des marchandises sont soit fixées par ce ou ces participants, soit déterminées automatiquement par le module d'aide à la décision NETPLAN.

Nous appelons **Variables de Simulation** toutes les autres grandeurs qui ne sont ni des Données de Base, ni des Variables de Décision. Il s'agit donc de toutes les variables dont les valeurs résultent de l'exécution du Programme de Simulation. Elles décrivent en détail les résultats de la simulation, c'est-à- dire plus exactement les activités de la compagnie considérée durant la période de simulation exécutée (6 mois ou 1 an), avec la semaine comme base de référence. En particulier, ces Variables de Simulation fournissent :

- des statistiques sur chaque itinéraire et donc sur la desserte de chaque marché (coût de transport et coût de classification, temps de livraison moyen et variance, fiabilité obtenue par rapport à la norme de service, etc.);

- des informations détaillées sur chaque service (volume transporté, coût, temps d'attente de la marchandise à l'origine du service, temps de déchargement à l'arrivée, etc.);

- des informations sur les services additionnels que la compagnie a été éventuellement forcée d'improviser en raison de l'insuffisance des fréquences des services qu'elle a planifiés, c'est-à-dire pour être capable de transporter toutes les marchandises;

- des informations détaillées sur chaque terminus (nombre de camions à l'arrivée et au départ, volume manutentionné, temps et coûts des différentes activités de déchargement, manutention et chargement, etc.);

- des informations synthèse sur l'ensemble du réseau de transport (coût de transport total, coûts relatifs aux terminus, nombre de marchés où les normes de service ont été respectées pour le taux de fiabilité donné, etc.).

3.2 Simulation, aide à la décision, évaluation

Dans le cas de la planification tactique, c'est le logiciel NETPLAN qui sert à la fois de module central du Programme de Simulation proprement dit, de Module d'Aide à la Décision et de Module d'Évaluation.

NETPLAN est un logiciel qui a été développé au Centre de recherche sur les transports par T. Crainic et J. Roy (Crainic 88), pour traiter simultanément les deux problèmes centraux de la planification tactique, à savoir le problème de design d'un réseau de services (configuration des services et fréquences) et celui du routing des marchandises (itinéraires et volumes) dans ce réseau. Il est basé sur un modèle de programmation non-linéaire dont la fonction objectif représente un arbitrage entre d'une part les coûts d'opération relatifs aux véhicules sur le réseau et à la manutention des marchandises dans les terminus, et d'autre part la qualité des services qui est fonction des délais encourus par les véhicules et les marchandises sur le réseau et aux terminus.

Dans le cas où le ou les participants fixent eux-mêmes le routing des marchandises, NETPLAN est utilisé comme un simple système de simulation/comptabilisation qui fournit une description détaillée de toutes les activités de la compagnie et des flux de marchandises sur l'ensemble de son réseau et aux terminus. Si au contraire le ou les participants n'ont pas à fixer le routing des marchandises, NETPLAN assure la même fonction que dans le cas précédent tout en jouant simultanément le rôle d'un Module d'Aide à la Décision qui détermine le routing optimal des marchandises (relativement au réseau de services choisi). Finalement, on peut utiliser NETPLAN comme

Module d'Évaluation en lui demandant de déterminer une solution globalement optimale (optimisation du réseau de services – configuration et fréquences – et du routing) ou partiellement optimale (optimisation du routing, et si désiré des fréquences), solution que le participant pourra comparer à celle qu'il avait établie.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été rendu possible grâce à une subvention du Fonds F.C.A.R. et du Ministère des Transports du Québec, ainsi qu'à une subvention du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. Nous remercions aussi Mesdames Johanne Côté et Johanne Dion et Monsieur Louis Delorme pour leur participation au développement de SIMTRUCK.

BIBLIOGRAPHIE

(Crainic 88) T.G. Crainic et J. Roy : O.R. tools for tactical freight transportation planning : European Journal of Op. Res., 33(3), 1988, 290-297.

(Duke 80) R.D. Duke : Format for the game-logic or intuition? : Simulation and Games, 11(1), 1980, 27-34.

(Elias 79) A.L. Elias : The development of an operational game for the U.S. domestic airline industry : M.I.T., FTL Report R78-5, 1979.

(Greenblatt 87) C. Greenblatt : Designing Games and Simulations : Sage Publ. (Beverley Hills) 1987.

(Lardinois 88) C. Lardinois : Simulation, gaming and training in a competitive multimodal multicompany intercity passenger transportation environment : Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, publication 588, 1988 (accepté pour publication dans le J. of the Op. Res. Soc.).

(Lardinois 89) C. Lardinois et J. Côté : SIMTRUCK : un simulateur d'entreprises de transport routier de marchandises : Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, publication 637, 1989.

(Ortuzar 78) J.D. Ortuzar et L.G. Willumsen : Learning to manage transport systems : Traffic Engineering and Control, 19(5), 1978, 236-239.

(Rousseau 88) J.M. Rousseau et S. Roy : RAO : répartition assistée par ordinateur. La description d'un prototype : Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, publication 564, 1988.

(Simulation 87) Simulation and Games, special issue : A practical guide to business gaming : 18(2), 1987.

(Willumsen 85) L.G. Willumsen et J.D. Ortuzar : Intuition and models in transport management : Transp. Res., 19A(1), 1985, 51-57.